

1025558

LITERATUUR KOPIEEN

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2002 年 10 月 31 日 (31.10.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/085548 A1

(51) 国際特許分類: B21B 5/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/02742

(22) 国際出願日: 2002 年 3 月 22 日 (22.03.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2001-117699 2001 年 4 月 17 日 (17.04.2001) JP  
特願2001-117700 2001 年 4 月 17 日 (17.04.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日新製鋼株式会社 (NISSHIN STEEL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8366 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西尾 克秀 (NISHIO, Katsuhide) [JP/JP]; 〒660-0092 兵庫県尼崎市鶴町1番地日新製鋼株式会社技術研究所内 Hyogo (JP). 榊 正仁 (SAKAKI, Masahito) [JP/JP]; 〒660-0092 兵庫県尼崎市鶴町1番地日新製鋼株式会社技術研究所内 Hyogo (JP). 馬越 義幸 (UMAKOSHI, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒660-0092 兵庫県尼崎市鶴町1番地日新製鋼株式会社技術研究所内 Hyogo (JP). 原 健治 (HARA, Kenji) [JP/JP]; 〒660-0092 兵庫県尼崎市鶴町1番地日新製鋼株式会社技術研究所内 Hyogo (JP).

富村 宏紀 (TOMIMURA, Kouki) [JP/JP]; 〒746-8666 山口県新南陽市野村南町4976番地日新製鋼株式会社ステンレス事業本部内 Yamaguchi (JP).

(74) 代理人: 小倉 亘 (OGURA, Wataru); 〒171-0043 東京都豊島区要町三丁目23番7号大野千川ビル201 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

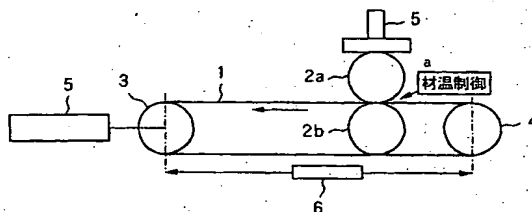
添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: PRODUCTION METHOD OF BELT FOR STAINLESS STEEL CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION BELT

(54) 発明の名称: ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法



a... MATERIAL TEMPERATURE CONTROL

(57) Abstract: At the time of ring rolling a metastable austenite based stainless steel band having an Md(N) value dependent on the component/composition in the range of 20-100, the following relation is satisfied among the material temperature T, the equivalent distortion e, and the Md(N) value;  $-0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46e \geq 65.87$ . A belt for a stainless steel continuously variable transmission exhibiting fatigue characteristics comparable to those of 18Ni maraging steel is produced by controlling the rolling conditions. The Md(N) value is defined by a formula  $Md(N) = 580 - 520C - 2S - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$ , and the equivalent distortion e is defined by a formula  $e = [\sqrt{4(1-R)}]^{2/3}$ , (R: draft). Furthermore, quality and shape of a metal belt are stabilized when the variation  $\Delta T$  of material temperature is confined within a range of  $\pm 6.4^\circ C$ .

[続葉有]

WO 02/085548 A1



---

(57) 要約:

成分・組成から定まる Md(N)値が 20～100 の範囲にある準安定オーステナイト系ステンレス鋼帯をリング圧延する際、材料温度 T、相当歪み $\epsilon$ 、Md(N)値の間に  $-0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon \geq 65.87$  の関係を成立させる。圧延条件の制御により、18Ni マルエージ鋼に匹敵する疲労特性を呈するステンレス鋼製無段変速機用ベルトが製造される。Md(N)値は  $Md(N) = 580 - 520C - 2Si - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$  で定義され、相当歪み $\epsilon$ は  $\epsilon = \sqrt{4(\ln(1-R))^2 / 3}$  (R: 圧下率) で定義される。更に、材料温度の変化量  $\Delta T$  を  $\pm 6.4^\circ\text{C}$  の範囲に収めるとき、金属ベルトの品質、形状が安定する。

## 明 細 書

### ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法

#### 技術分野

- 5 本発明は、準安定オーステナイト系ステンレス鋼板をリング圧延して無段変速機用ベルトを製造する方法に関する。

#### 背景技術

- 無段変速機用金属ベルトの素材には、強度レベルの高い材料として従来から 1  
10 8Ni マルエージ鋼が使用されており、準安定オーステナイト系ステンレス鋼板の使用も知られている（特開 2000-63998 号公報）。無段変速機用金属ベルトは、通常、プラズマ溶接又はレーザー溶接で帯状素材をベルト状にする溶接工程、帯状素材の母材部と溶接部との硬度差を解消する熱処理工程、ベルト端面を平滑化するバレル研磨工程、目標板厚に調整するリング圧延工程、ベルト周長を微調  
15 整するストレッチ工程、表層の硬度を高めるために時効処理を兼ねた窒化処理工程を経て製造されている。

- 各工程を経た金属ベルトは、回転-引張疲労試験等により疲労特性が評価される。加工硬化及び時効処理（歪み時効）で耐力、引張り強さ等の機械的特性が向上する 18Ni マルエージ鋼やステンレス鋼では、窒化処理によるベルト表層の硬  
20 度上昇と冷間加工による機械的特性の向上が相俟って疲労特性が改善される。しかし、18Ni マルエージ鋼は、変形抵抗が大きく加工硬化が小さいため、リング圧延時の圧下率を大きく設定しても加工硬化による大きな強度上昇は見込めない。大きな圧下率は、延性不足に起因して圧延中の素材が破断する原因ともなる。

- 準安定オーステナイト系ステンレス鋼も、冷間加工による加工硬化や歪み時効  
25 の生じる鋼種である。準安定オーステナイト系ステンレス鋼は、18Ni マルエージ鋼に比較して加工誘起マルテンサイトの生成及び残留オーステナイトの加工硬

化によって強度が著しく上昇するが、リング圧延時の材料温度に応じて強度上昇の程度が異なる。また、リング圧延時の加工発熱や放熱等の影響を受けやすく、リング圧延で得られる金属ベルトの板厚、板幅、断面硬度等が製造時期に応じて変動することもある。

- 5      このようなことから、無段変速機用ベルトに要求される材料強度をリング圧延で安定して得ることは、準安定オーステナイト系ステンレス鋼素材の機械的性質からも限界があった。

#### 発明の開示

- 10      本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、準安定オーステナイト系ステンレス鋼素材のリング圧延で無段変速機用金属ベルトを製造する際、圧延条件を適正に管理することにより、安定した要求特性を金属ベルトに付与することを目的とする。

- 15      本発明では、準安定オーステナイト系ステンレス鋼を無段変速機用ベルトの素材に使用する。準安定オーステナイト系ステンレス鋼は、式  $Md(N)=580 - 520C - 2Si - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$  で定義される  $Md(N)$  値が 20~100 の範囲に調整された鋼種が好ましい。

- 20      準安定オーステナイト系ステンレス鋼の帯状素材をリング状に溶接した後、式  $-0.3913T+0.5650Md(N)+60.46\epsilon \geq 65.87$  の関係が材料温度  $T$  (°C)、相当歪み  $\epsilon$ 、 $Md(N)$  値の間に成り立つ条件下で帯状素材をリング圧延する。相当歪み  $\epsilon$  は、圧下率  $R$  (%) を因子とする関数  $\epsilon = \sqrt{4(\ln(1-R))^2/3}$  で表される。材料温度  $T$  には、圧延雰囲気温度やワークロール直前にある素材の表面温度を使用できる。更に、圧延中の材料温度の変化量  $\Delta T$  (°C) が  $\pm 6.4^\circ\text{C}$  の範囲に収まる条件下でリング圧延すると、加工誘起マルテンサイト生成量を予め設定した 5 体積%の範囲
- 25      に収めることができる。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、リング圧延装置の概略図

図 2 は、温度制御機構のブロック図

図 3 は、加工誘起マルテンサイトの生成量に及ぼす  $M_d(N)$  値及び圧延温度の  
5 影響を表したグラフ

図 4 は、材料温度が加工誘起マルテンサイトの生成量に及ぼす影響を表した  
グラフ

図 5 は、疲労特性の測定に使用した曲げ—引張り疲労試験機の要部

図 6 は、リング圧延で強度を付与した無段変速機用ベルトの疲労特性を 18Ni  
10 マルエージ鋼製無段変速機用ベルトと比較したグラフ

図 7 は、材料温度に応じた加工誘起マルテンサイト生成量の測定結果を示す  
グラフ

図 8 は、溶接部近傍の断面硬度分布を表したグラフ

図 9 は、溶接部近傍の断面硬度を測定する際の測定点

15

発明を実施するための最良の形態

準安定オーステナイト系ステンレス鋼板を冷間加工すると、加工誘起マルテン  
サイトが生成すると共に残留オーステナイトの加工硬化によって強度が上昇する。  
加工誘起マルテンサイトの生成量は、冷間加工時の加工温度、 $M_d(N)$  値、圧下  
20 率  $R$  によっても変化する。たとえば、 $M_d(N)$  値、圧下率  $R$  一定の条件下では、  
加工温度の低下に従って加工誘起マルテンサイトが増加し、材料強度が上昇する。  
加工誘起マルテンサイトの増加は、材料断面の硬度を上昇させる原因にもなる。

材料強度が加工誘起マルテンサイト量に対する依存性は、目標疲労特性を付与  
する際の指標に利用できる。たとえば、一定の疲労強度に必要な加工誘起マルテ  
25 ンサイト量が判っている場合、リング圧延で生成する加工誘起マルテンサイト量  
が予め把握できると当該加工誘起マルテンサイト量を得る材料温度  $T$ 、相当歪み

ε, 圧下率 R 等の圧延条件の設定が可能になる。

本発明は、このような前提に立って 18Ni マルエージ鋼と同等以上の疲労特性となる加工誘起マルテンサイトが得られる組成, 加工温度, 歪み量を調査検討し、時効処理を省略又は軽減しても、無段変速機用ベルトに必要な特性をリング圧延

- 5 付与できる圧延条件を見出した。すなわち、材料温度  $T$  (°C), 相当歪み  $\epsilon$ ,  $Md(N)$  値の間に式  $-0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon \geq 65.87$  の関係が成り立つ条件下でリング圧延すると、目標疲労強度に必要な発生量で加工誘起マルテンサイトが生成する。また、リング圧延時に材料温度の変化量  $\Delta T$  を  $\pm 6.4^\circ\text{C}$  の範囲に維持するとき、加工誘起マルテンサイトの生成量が 5 体積%のバラツキの範囲
- 10 に収められる。

本発明で使用する準安定オーステナイト系ステンレス鋼としては、 $Md(N)$  値が 20~100 にある鋼種が好ましい。

- $Md(N)$  値が 20 未満の鋼組成では、ベルト製造段階でリング圧延等の冷間加工を工業的に非常に困難な低温で実施しない限り、強度向上に寄与する十分な量の加工誘起マルテンサイトが生成しない。また、無段変速機用ベルトとして使用する際に、疲労特性の向上に有効なオーステナイト→マルテンサイトの変態が十分に進行しない。更に、オーステナイトが安定なため、鋼板表面部のマルテンサイト量が 80 体積%以上にならず、60 体積%以上の安定値も得られ難い。その結果、時効窒化処理時に表面窒化が十分に進まず、耐摩耗性や疲労強度の飛躍的な向上
- 15 が望めない。他方、 $Md(N)$  値が 100 を超える鋼組成では、無段変速機用金属ベルトとして使用する際の変形によってマルテンサイトが早く生成され過ぎ、却って疲労特性が低下する虞がある。

- リング圧延には、たとえば上下 1 組のワークロール 2a, 2b, 張力を付与する
- 25 テンションロール 3, リターンロール 4 を備えた圧延機 (図 1) が使用されるが、上下一対のワークロール, バックアップロールを備えた 4Hi 圧延機も使用でき

る。リング圧延に際しては、圧延荷重、張力、ワークロール周速等の圧延条件が設定される。

リング状に成形した帯状素材 1 は、テンションロール 3 で一定張力が付与された状態でワークロール 2a, 2b のロールギャップに送り込まれ、無限軌道を走行しながら減厚される。減厚に伴って帯状素材 1 の周長が長くなるので、一定張力が維持されるようにロール 3, 4 の中心間距離を調整する。ワークロール 2a, 2b やテンションロール 3 に作用する荷重はロードセル 5 で制御され、帯状素材 1 の周長は距離計 6 を用いテンションロール 3, リターンロール 4 の径及びロール 3, 4 の中心間距離から算出される。

10 材料温度  $T$  は、たとえば図 2 に示す温度制御機構によって所定範囲に維持される。当該温度制御機構では、ワークロール 2a, 2b のロールギャップに送り込まれる直前の帯状素材 1 の温度を非接触放射温度計 9 で測定し、温度測定値をデジタル指示調節計 7 に出力し、熱風発生器 8 から加熱ボックス 10 に送り込まれる熱風及び加熱ボックス 10 から熱風発生器 8 に返送される熱風の風量をデジタル指示調節計 7 からの制御信号で制御する。これによって、圧延中の帯状素材 1 が所定温度範囲に保たれる。なお、図 2 の温度制御機構に代えて、一定の雰囲気温度下の圧延によっても材料温度  $T$  を所定範囲に維持できる。

20  $Md(N)$ 値、圧下率  $R$  を一定にして帯状素材 1 をリング圧延すると、製造された金属ベルトの組織に占める加工誘起マルテンサイトの割合は、圧延中の材料温度  $T$  が下がるほど増加する（図 3）。加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  の増加に伴って、金属ベルトの断面硬度も高くなる。材料温度  $T$  一定で圧下率  $R$  や  $Md(N)$  値を大きくした場合でも、加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  が増加する傾向にある。

すなわち、リング圧延中の材料温度  $T$ ,  $Md(N)$  値、圧下率  $R$  の 3 条件が相互に関係して金属ベルトの加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  が定まる。材料温度  $T$ , 25  $Md(N)$  値、圧下率  $R$  が加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  に及ぼす影響を示した図 3 の関係を重回帰式で整理することにより、加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$ , 材料

温度  $T$ 、 $Md(N)$  値、相当歪み  $\epsilon$  の間に  $\alpha' = -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon - 10.87$  の関係が成立していることを解明した。なお、相当歪み  $\epsilon$  は、圧下率  $R$  を因子とする式  $\epsilon = \sqrt{4(\ln(1-R))^2/3}$  で定義される値である。

ところで、 $Md(N)$  値及び圧下率  $R$  を一定に維持し、材料温度  $T$  を  $0^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$ 、  
5  $50^\circ\text{C}$  と変化させたリング圧延で得られた金属ベルトでは、加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  が材料温度  $T$  に応じて異なっている (図 4)。加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  の変動は、金属ベルトの疲労特性にも影響を及ぼす。

具体的には、スナップピン 11 で試験片 12 を補助ベルト 13 にベルト状に連結し、直径 70mm の駆動プーリ 14 と直径  $D$  (mm) の試験プーリ 15 に掛け渡した  
10 曲げ-引張り疲労試験機 (図 5) を用い、試験片 12 に一定張力  $F$  ( $39.2\text{N/mm}^2$ ) を加えた状態で駆動プーリ 14 を駆動して試験片 12 を 500rpm で回転させる試験条件下で、ヤング率  $E$ 、板厚  $t$  (mm)、曲げ半径  $\rho$  [ $(=D+t)/2$ ] から  $\sigma_{\max} = T + E \cdot t / 2\rho$  として算出される最大応力  $\sigma_{\max}$  を求めた図 6 の結果から、常温  $25^\circ\text{C}$  以下の材料温度  $T$  で、現行の 18Ni マルエージ鋼に匹敵する疲労特性は、  
15 55 体積%以上の加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  で得られることが判る。したがって、 $\alpha' \geq 55$  体積%を  $\alpha' = -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon - 10.87$  の関係式に代入すると、次式が得られる。

$$-0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon \geq 65.87$$

加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  は、リング圧延時の雰囲気温度によっても影響  
20 される。たとえば、冬季と夏季で異なる雰囲気温度に応じて加工発熱の放散量が変わるため、同じ圧延条件下で準安定オーステナイト系ステンレス鋼をリング圧延しても加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  が製造時期によって変動する。加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  の変動は、帯状素材 1 の変形抵抗を変化させ、結果的には板厚、板幅等の形状や硬度変化となって製品金属ベルトに持ち込まれる。

25 関係式  $\alpha' = -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon - 10.87$  における  $Md(N)$  値、相当歪み  $\epsilon$  は、リング圧延に使用する帯状素材 1 及び製品金属ベルトの目標板厚に対



応する圧下率  $R$  から決まる定数として扱うことができる。残る材料温度  $T$  は、リング圧延中の発熱、放熱や季節による雰囲気温度の影響を受けて変動することから変数と考えられる。したがって、加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  を定義する関係式  $\alpha' = -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\varepsilon - 10.87$  は、材料温度  $T$  のみを変数とする関係式  $\alpha' = -0.3913T + A + B$  ( $A, B$  は定数) に書き換えられる。更に、

5 リング圧延中の材料温度の変化量  $\Delta T$  及び加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  を指標にとり定数  $A, B$  を消去すると、関係式  $\Delta \alpha' = -0.3913 \Delta T$  が得られる。

材料温度  $T$  を一定にした場合でも、加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  にバラツキが生じることは図 4 に示す通りである。すなわち、 $0^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$ 、 $50^\circ\text{C}$  の何れの材料温度  $T$  であっても、5 体積%程度のバラツキが発生している。材料温度  $T$  を

10 特定温度に設定したリング圧延で生じる加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  は  $\pm 2.5$  体積%の範囲にあり、 $-2.5 \leq \Delta \alpha' \leq 2.5$  を関係式  $\Delta \alpha' = -0.3913 \Delta T$  に代入すると次の関係式が得られる。

$$-6.4 \leq \Delta T \leq 6.4$$

15 関係式  $-6.4 \leq \Delta T \leq 6.4$  は、 $Md(N)$  値及び圧下率  $R$  が一定の下で材料温度  $T$  を特定温度に設定してリング圧延した場合、加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  が 5 体積%のバラツキの範囲に収まり、常に安定した品質特性をもつ金属ベルトが得られる変化量  $\Delta T$  の許容範囲を示している。換言すると、リング圧延時に帯状素材 1 の材料温度  $T$  を  $\pm 6.4^\circ\text{C}$  の範囲に制御することにより、加工誘起

20 マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  が 5 体積%の範囲に収まり、品質、形状が常に安定した金属ベルトが得られる。

次いで、実施例によって本発明を具体的に説明する。

実施例 1:

25 リング圧延装置には、直径 75mm のテンションロール 3、リターンロール 4 を備え、二段に組んだ直径 70mm のワークロール 2a, 2b をロール 3, 4 の間に

配置した圧延機を使用した。

5 帯状素材 1 として、板厚 0.35mm、板幅 15mm の準安定オーステナイト系ステンレス鋼帯を使用した。この準安定オーステナイト系ステンレス鋼は、C : 0.086 質量%、Si : 2.63 質量%、Mn : 0.31 質量%、Ni : 8.25 質量%、Cr : 13.73 質量%、Cu : 0.175 質量%、Mo : 2.24 質量%、N : 0.064 質量% (Md(N)=74.03) を含み、時効処理後に加工誘起マルテンサイト+オーステナイトの複相組織をもつ鋼種である。

準安定オーステナイト系ステンレス鋼帯をレーザ溶接してリング状とし、周長 611mm の帯状素材 1 を用意した。

10 帯状素材 1 をテンションロール 3、リターンロール 4 にかけて、5kgf 程度の張力を付与した状態で帯状素材 1 をワークロール 2a、2b のロールギャップに送り込んでリング圧延した。最大圧延荷重 3 トン、ワークロール 2a、2b の周速 2m / 分、テンションロール 3 の張力 200kgf に圧延条件を設定し、圧延中に圧延荷重、張力を制御しながら帯状素材 1 を周長 1070mm、板厚 0.20mm の金属ベルトに圧延した。このときの圧下率 R は 42.9%、相当歪み  $\epsilon$  は 0.647 であった。

15 0℃、25℃、50℃の 3 条件を材料温度 T の設定値にとった。ワークロール 2a、2b の入側直前の位置で帯状素材 1 の表面温度を非接触放射温度計 9 で測定し、温度測定値に基づいて熱風発生器 8 から加熱ボックス 10 に送り込まれる熱風の風量を調節することにより、リング圧延されている帯状素材 1 の材料温度 T を  
20 フィードバック制御した。

以上の圧延条件を整理して表 1 に示す。

表 1: 圧 延 条 件

条件	材料温度 T (°C)	Md(N)	圧下率 R(%) (相当歪み $\epsilon$ )	X 値	換算加工誘起マルテン サイト量 $\alpha'$ (体積%)
①	0	74.03	42.9 (0.647)	80.94	70.07
②	25			71.16	60.29
③	50			61.38	50.51

$$X \text{ 値} : -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon$$

リング圧延で製造された金属ベルトの加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ を測定した結果を図 7 に示す。図 7 の測定結果は、関係式 $\alpha' = -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon - 10.87$  から得られた加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ の計算値が実測値に高度に一致していることを示している。実際、X 値を 65.78 以上（加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ の換算値 55 体積%以上）にする圧延条件①、②では 55 体積%以上の加工誘起マルテンサイトが生成したが、X 値が低すぎる圧延条件③では加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が不足していた。

図 7 は、材料温度 T を下げるほど加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が増加することも示している。加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ の効果に応じて断面硬度も上昇することから、材料温度 T の低下により金属ベルトの強度向上も図られた（図 8）。図 8 中、横軸に付した数値は、溶接部 W を含むベルト周方向に沿った部分に 0.25mm ピッチで設定した測定点（図 9）の数値を示す。

以上の結果から、リング圧延により生成する加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ を関係式 $\alpha' = -0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon - 10.87$  で予測でき、 $-0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\epsilon \geq 65.87$  を満足するように材料温度 T, 相当歪み $\epsilon$ , Md(N)値を設定するとき、加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が 55 体積%以上で疲労特性、機械強度に優れたステンレス鋼製無段変速機用ベルトが得られることが確

認された。

実施例 2 :

実施例 1 と同じ準安定オーステナイト系ステンレス鋼帯をベルト状にレーザ溶接し、周長 611mm の帯状素材 1 を用意した。雰囲気温度 10℃, 30℃で材料温度 T を  $10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ,  $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$  に制御する以外は実施例 1 と同じ圧延条件下で帯状素材 1 を周長 1070mm, 板厚 0.20mm の金属ベルトにリング圧延した。

比較のため、材料温度 T を制御することなく雰囲気温度 10℃, 30℃で帯状素材 1 をリング圧延したところ、材料温度 T が 10℃, 30℃何れの場合でもワークロール 2a, 2b の出側近傍で加工発熱に起因した約 10℃の温度上昇が生じていた。

製造された金属ベルトの板厚、板幅、断面硬度を円周方向の各部で測定し、その偏差量を調査した。表 2 の調査結果に示すように、本発明に従って材料温度 T を制御した金属ベルトでは、板厚、板幅、断面硬度のバラツキが小さく、材料温度 T を制御しない場合に比較して半分以下の偏差量であった。

表 2 : 材料温度 T の制御が板厚、板幅、断面硬度の偏差に及ぼす影響

	材料温度 T : $10 \pm 0.5^\circ\text{C}$		材料温度 T : $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$	
温度制御の有無	あり	なし	あり	なし
板厚偏差 (μm)	2.0	4.4	5.1	6.3
板幅偏差 (μm)	17	52	19	48
硬度偏差 (HV)	4.5	9.8	5.9	14.7

産業上の利用可能性

以上に説明したように、準安定オーステナイト系ステンレス鋼のリング圧延で生成する加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  を関係式  $\alpha' = -0.3918T + 0.5650Md(N) +$

60.46 $\epsilon$  - 10.87 で推測できるため、関係式 - 0.3913T+0.5650Md(N)+60.46 $\epsilon$   $\geq$  65.87 を満足するように材料温度 T, 相当歪み $\epsilon$ , Md(N)値の制御で加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ を 55 体積%以上にすることにより、従来の無段変速機用金属ベルトと同等以上の疲労特性を付与することができる。また、リング圧延時に材料温度 T を極力低くし、かつ圧下率 R を小さくするとき圧延負荷も軽減される。

5 更には、リング圧延中に材料温度の変化量 $\Delta T$ を制御することにより、加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が設定値の $\pm 2.5$  体積%以内に収められ、品質、形状の安定した準安定オーステナイト系ステンレス鋼製金属ベルトが得られる。

## 請求の範囲

1. 準安定オーステナイト系ステンレス鋼帯をリング状に溶接した帯状素材を  
テンションロール及びリターンロールに巻きかけ、
- 5 前記テンションロールと前記リターンロールとの間に配置したワークロー  
ルのロールギャップに前記帯状素材を送り込み、  
材料温度  $T$ ,  $\varepsilon = \sqrt{4(\ln(1-R))^2/3}$  ( $R$ : 圧下率) で定義される相当歪み  $\varepsilon$  及  
び  $Md(N) = 580 - 520C - 2Si - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$  で定義さ  
れる  $Md(N)$  値が下式を満足する条件下で帯状素材を圧延することを特徴とす  
る準安定オーステナイト系ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法。  
10 
$$-0.3913T + 0.5650Md(N) + 60.46\varepsilon \geq 65.87$$
2. リング圧延中に生じる材料温度の変化量  $\Delta T$  ( $^{\circ}C$ ) を  $\pm 6.4^{\circ}C$  の範囲に維持  
する請求項 1 記載の製造方法。
3.  $Md(N)$  値が 20~100 の範囲にある準安定オーステナイト系ステンレス鋼を  
15 素材に使用する請求項 1 又は 2 記載の製造方法。
4. リング圧延時の雰囲気温度又はワークロール直前にある帯状素材の表面温  
度を材料温度  $T$  に使用する請求項 1 又は 2 記載の製造方法。

FIG.1

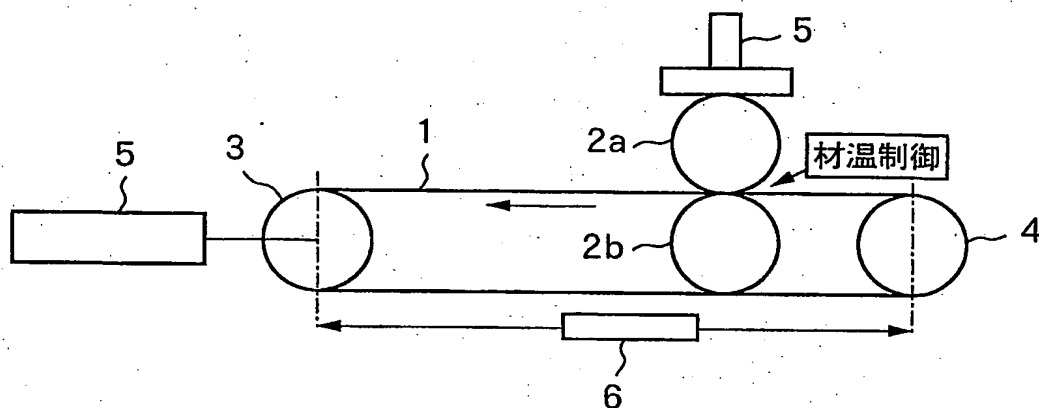


FIG.2

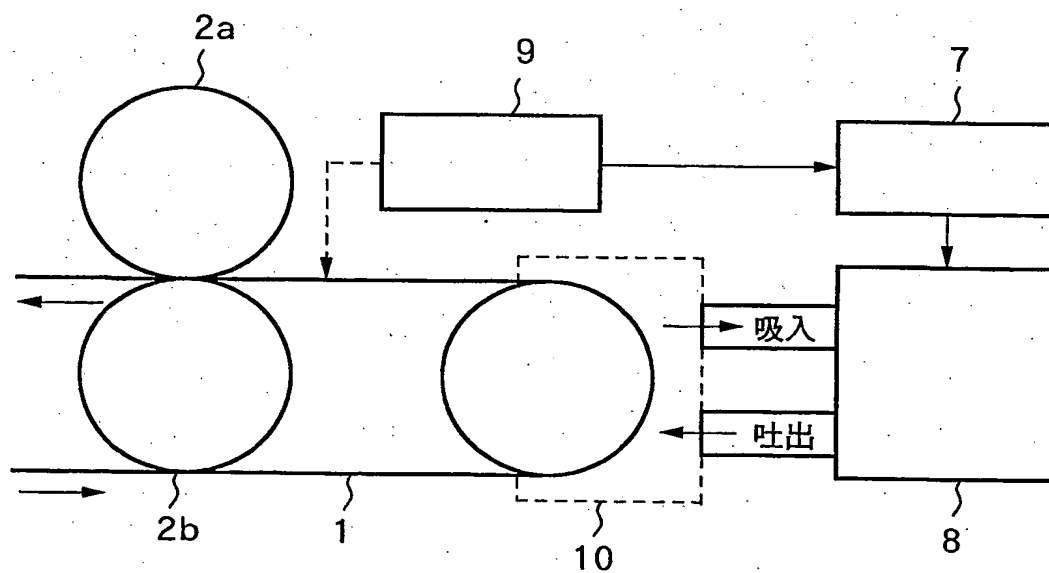


FIG.3

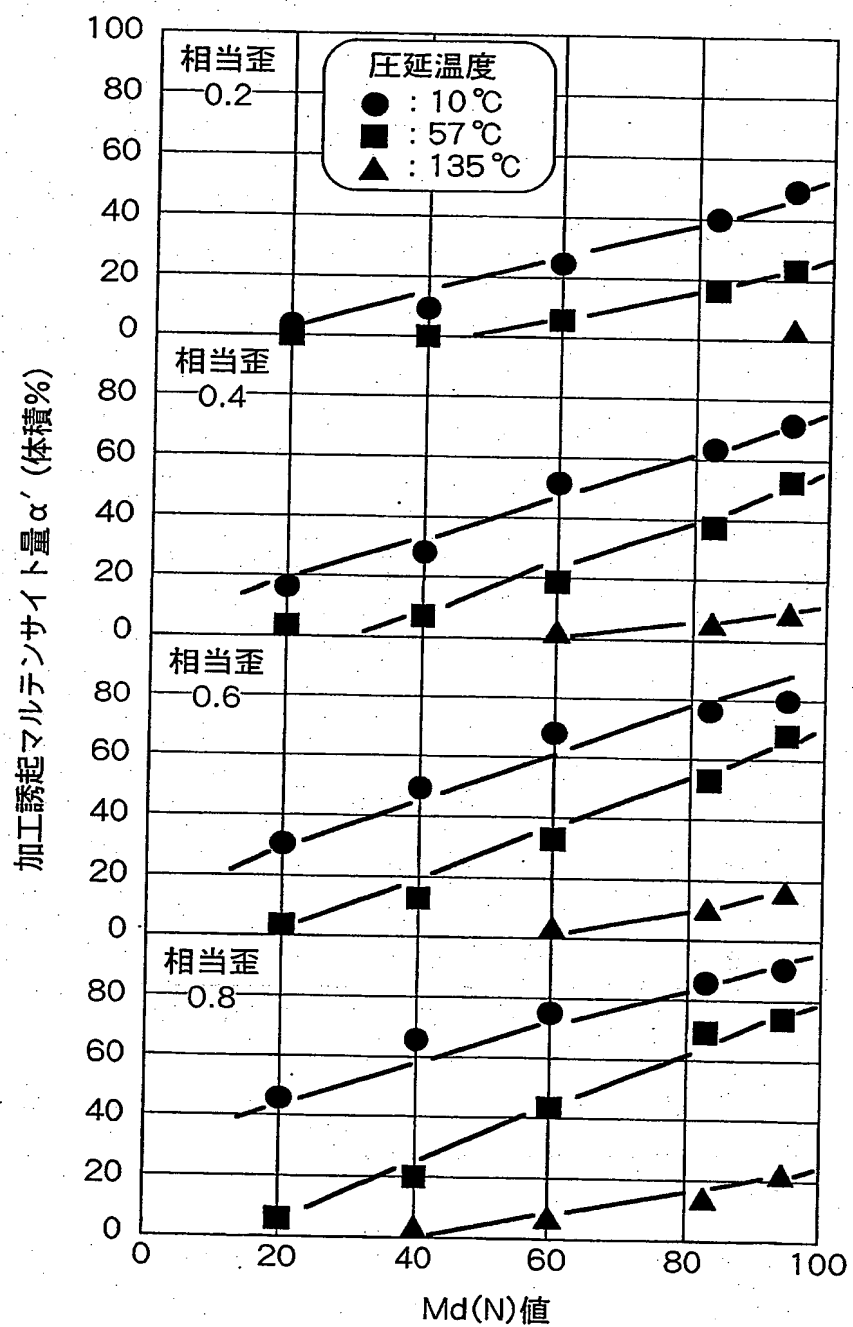




FIG.4

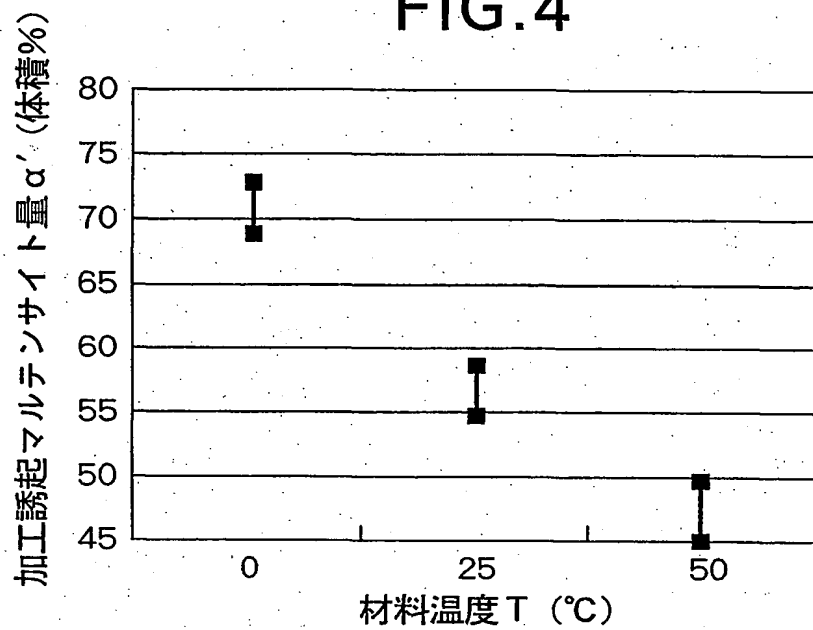


FIG.5

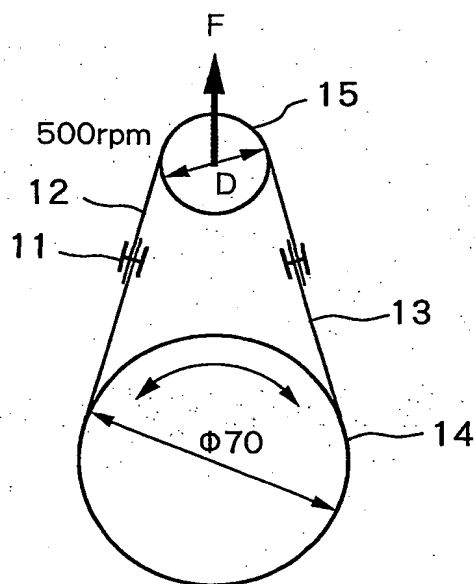


FIG.6

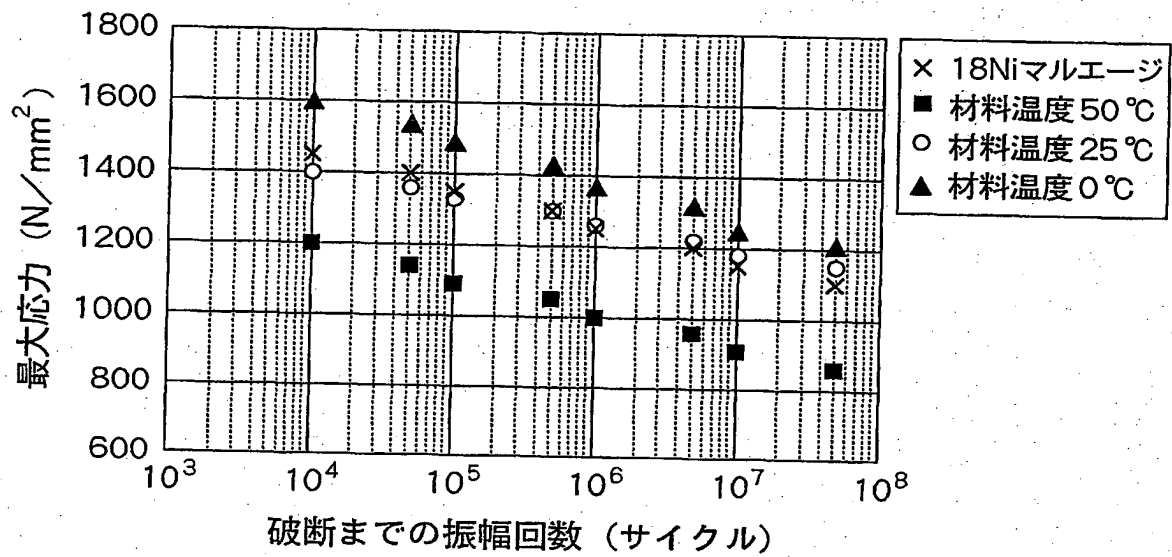


FIG.7

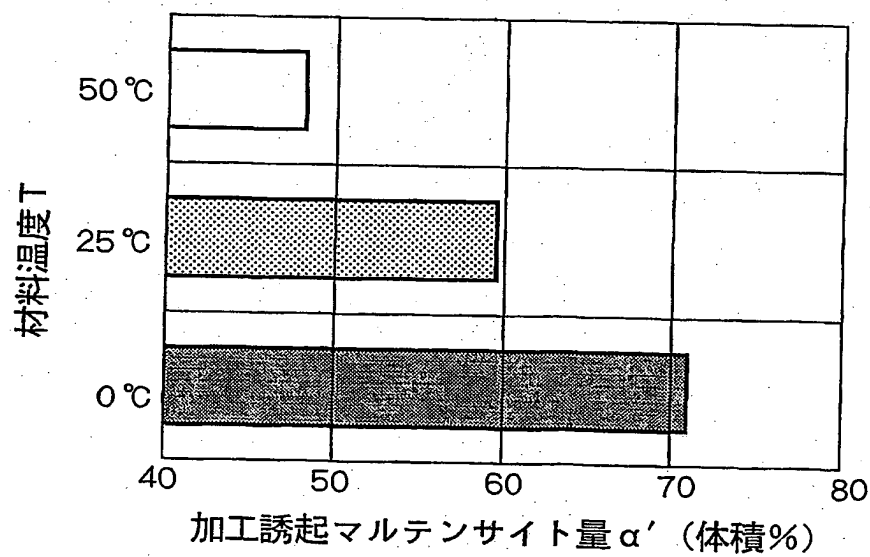


FIG.8

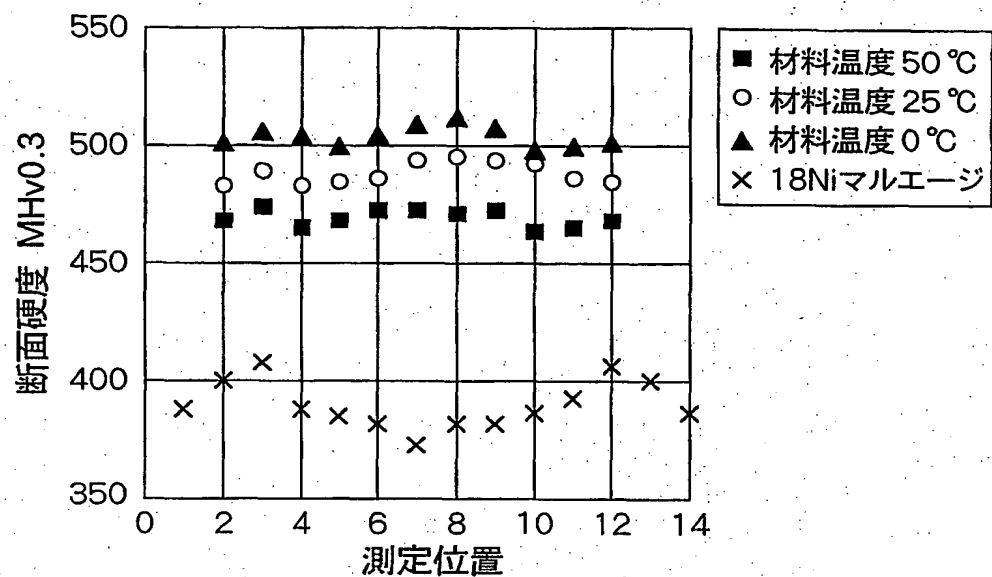
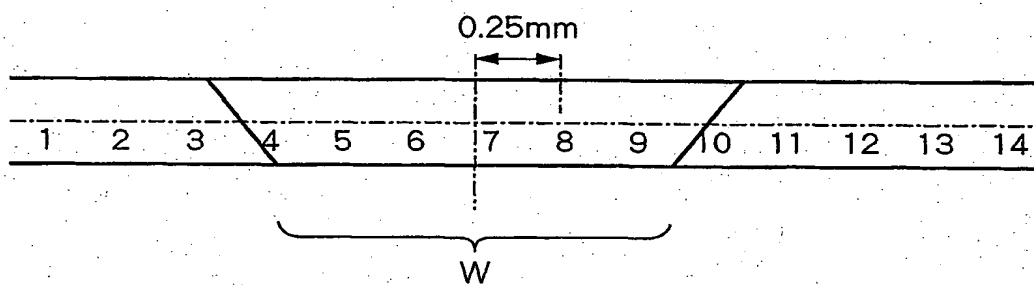


FIG.9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02742

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B21B5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B21B5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5640868 A (Larex A.G.), 24 June, 1997 (24.06.97), Column 2, lines 28 to 48; Figs. 1 to 4 & AU 1521497 A & WO 97/24198 A1	1-4
A	JP 2000-63998 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 29 February, 2000 (29.02.00), Page 1, left column, lines 2 to 14; page 6, right column, line 31 to page 9, left column, line 37 (Family: none)	1-4
P,A	JP 2002-53936 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 19 February, 2002 (19.02.02), Page 1, left column, lines 2 to 12 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
26 April, 2002 (26.04.02)

Date of mailing of the international search report  
21 May, 2002 (21.05.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02742

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-199214 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 02 September, 1987 (02.09.87), Page 1, left column, line 6 to right column, line 9; Fig. 4 (Family: none)	1-4

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B21B5/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B21B5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5640868 A (Larex A. G.) 1997. 06. 24, 第2欄第28-48行, 第1-4図 & AU 1521497 A & WO 97/24198 A1	1-4
A	JP 2000-63998 A (日新製鋼株式会社) 2000. 02. 29, 第1頁左欄第2-14行, 第6頁右欄第31行-第9頁左欄第37行 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 04. 02

国際調査報告の発送日

21.05.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 則充

三

印

4E

3134

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	JP 2002-53936 A (日新製鋼株式会社) 2002. 02. 19, 第1頁左欄第2-12行 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 62-199214 A (日新製鋼株式会社) 1987. 0 9. 02, 第1頁左欄第6行-右欄第9行, 第4図 (ファミリーなし)	1-4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**